

明細書

画像処理方法、画像処理装置、電子機器、
画像処理プログラムおよび当該プログラムを記録した記録媒体

5

技術分野

本発明は、液晶表示パネルなどの画像出力装置へのデータを処理する画像処理方法、画像処理装置、当該画像出力装置を有する電子機器、当該画像処理のための画像処理プログラムおよび当該プログラムを記録した記録媒体に関する。

10

背景技術

一般に、携帯電話や携帯情報端末などの画像表示部には、モノクロまたはカラーの液晶表示（LCD：Liquid Crystal Display）パネルが用いられている。このLCDパネルでは、マトリクス状に配置した画素に、階調データの階調値に応じて予め設定された駆動電圧を印加すると、液晶の透過率または反射率が段階的に変化する。このため、画素毎に印加電圧を制御することによって、所望する多階調の画像が表示出力されることになる。

ここで、LCDパネルの階調制御にあつては、フレーム間引き駆動法（フレームレートコントロール駆動法とも言う）がある。このフレーム間引き駆動法は、1フレームでみた場合に実現可能な階調を、複数フレームにわたって時間的に配分することによって、1フレームでみた場合に実現不可能な中間階調を表現する技術である。この技術により、LCDパネルにおいて（当該複数フレームでみた場合の）表現可能な階調数が実質的に増加することになる。

しかしながら、このフレーム間引き駆動法では、フレーム周波数や、階調データの階調値、補助光源（バックライト等）の点灯周波数などの種々の要因が重なると、いわゆるフリッカ（ちらつき）や揺れなどの表示上の不具合が発生する、という問題があった。

発明の開示

本発明は、上述した課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、液晶表示パネルなどの画像出力装置へのデータを処理することによって、出力される画像の画質を向上させる技術を提供することにある。

- 5 上記目的を達成するために、本発明に係る第1の画像処理方法は、画素の階調を指示するデータを入力し、当該入力データを、画像出力装置の階調を規定する階調データに、予め定められた特性にしたがって変換するが、当該入力データが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に対応するとき、その全部または少なくともその一部を、当該特定階調値以外の階調値を規定する
10 階調データに変換して、変換した階調データを当該画像出力装置に供給する方法を特徴としている。この方法によれば、フリッカや揺れなどの表示上の不具合が発生し得る階調が、画像出力装置において使用されないので、または、低減されるので、画質の向上が図られることになる。

- この方法において、前記変換は、前記入力されたデータにより指示可能な階調
15 数を、前記階調データにより規定可能な階調数に減少させる減色処理を伴うこととしても良い。上記変換は、減色処理の前または後において単独にて行うとしても良いが、減色処理と併せて行う方が、効率または処理速度の面から言って、有利である。

- また、上記変換において減色処理を伴う場合、その減色処理は、前記階調データが、同一値に集中しないように分散させる擬似中間調処理であることが好ましい。
20 い。ここで、擬似中間調処理としては、ディザ法や、変換時に発生する誤差を周辺画素に配分する誤差拡散法など種々の技術が適用可能である。

- この場合、前記減色処理は、前記特定階調値に対応する入力データのすべてを、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換することが望ましい。
25 このような変換では、表示上の不具合の発生し得る階調が、画像出力装置において完全に使用されないので、画質の向上の面から言えば都合が良い。

上記目的を達成するために、本発明に係る第2の画像処理方法は、画素の階調を指示するデータを入力する手順と、当該入力データを、画像出力装置の階調を

規定する階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数を減少させるとともに、中間調表現のための擬似中間調処理を施して変換するが、当該入力データが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に対応するとき、その全部または少なくともその一部を、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換して、変換した階調データを当該画像出力装置に供給する手順とを有する方法を特徴としている。

この方法によれば、入力されたデータが、画像出力装置の出力可能な階調に減少させられるとともに、フリッカや揺れなどの不具合の発生し得る階調が画像出力装置において使用されないで、または、低減されるので、画質の向上が図られることになる。

この方法は、擬似中間調処理の後に、処理データが特定階調データであるか否かを判別する第1の態様と、データを擬似中間調処理すると、特定階調値となり得るか否かを事前に判別する第2の態様との2通りに分けられ、さらに、表示上の不具合の発生し得る特定階調値を完全に回避する第3の態様と、一部許容する第4の態様との2通りに分けることができる。したがって、組み合わせると、計4通りの態様が出現することになるので、これらの態様について順を追って説明する。

上記方法において、前記階調データに変換する手順は、当該入力データに第1の擬似中間調処理を施す手順と、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータが、前記特定階調値であるか否かを判別する手順と、前記判別の結果が否定的であれば、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータをそのまま階調データとする一方、前記判別の結果が肯定的であれば、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータに第2の擬似中間調処理をさらに施して、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する手順とを含むようにしても良い。この態様は、上記第1の態様と第3の態様との組み合わせに相当する。この組み合わせによれば、表示上の不具合を発生させる階調が、隣接する階調によって擬似的に表現されるので、画質の向上を図った上で、中間階調を滑らかに出力することが可能となる。

また、上記方法において、前記階調データに変換する手順は、当該入力データ

に第1の擬似中間調処理を施す手順と、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータが前記特定階調値であって、かつ、当該入力データが、前記特性において前記特定階調値に対応する範囲の一部に含まれるか否かを判別する手順と、前記判別の結果が否定的であれば、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータを、当該特定階調値の出力を許容しつつ、そのまま階調データとする一方、前記判別の結果が肯定的であれば、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータに第2の擬似中間調処理をさらに施して、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する手順とを含むようにしても良い。この態様は、上記第1の態様と第4の態様との組み合わせに相当する。この組み合わせによれば、表示上の不具合を発生させる階調が一部出力されるものの、それ以外は、隣接する階調によって擬似的に表現されるので、中間階調をより滑らかに出力することが可能となる。なお、ここでいう許容とは、表示上の不具合の発生し得る階調を完全に使用しないのではなく、一部だけ使用する、という趣旨である。

上記方法において、前記階調データに変換する手順は、当該入力データに第1の擬似中間調処理を施すと、当該特定階調値に変換され得る範囲に当該入力データが含まれるか否かを判別する手順と、前記判別の結果が否定的であれば、当該入力データに第1の擬似中間調処理を施して階調データとする一方、前記判別の結果が肯定的であれば、当該入力データに第2の擬似中間調処理を施して、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する手順とを含むようにしても良い。この態様は、上記第2の態様と第3の態様との組み合わせに相当する。この組み合わせによれば、表示上の不具合を発生させる階調が、隣接する階調によって擬似的に表現されるので、画質の向上を図った上で、中間階調を滑らかに出力することが可能となる。

また、上記方法において、前記階調データに変換する手順は、当該入力データに第1の擬似中間調処理を施すと、当該特定階調値に変換され得る範囲の一部に、当該入力データが含まれるか否かを判別する手順と、前記判別の結果が否定的であれば、当該入力データに第1の擬似中間調処理を施して、当該特定階調値の出力を許容しつつ、階調データとして出力する一方、前記判別の結果が肯定的であれば、当該入力データに第2の擬似中間調処理を施して、当該特定階調値に隣接

するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する手順とを含むようにしても良い。この態様は、上記第2の態様と第4の態様との組み合わせに相当する。

この組み合わせによれば、表示上の不具合を発生させる階調が一部出力されるものの、それ以外は、隣接する階調によって擬似的に表現されるので、中間階調をより滑らかに出力することが可能となる。

さらに、上記方法は、2段階の変換を伴う態様によっても実現できる。すなわち、上記方法において、前記階調データに変換する手順は、前記特性のうち、前記特定階調値に対応する範囲外の一方をそのままとし、当該範囲の傾きを略半分とするとともに、前記範囲外の他方の特性については連続性を維持するように修正された特性にしたがって、当該入力データを変換する手順と、修正された特性にしたがって変換されたデータに疑似階調処理を施す手順と、疑似階調処理が施されたデータのうち、当該特定階調値未満に相当するデータについては、そのまま階調データとする一方、当該特定階調値以上の階調値に相当するデータについては、階調値をそれぞれシフトして階調データとする手順とを含むようにしても良い。この態様によれば、疑似中間調処理は、上記4通りと比較すると、1種類で済み、また、変換内容も簡易で済むので、高速な処理を期待できる。

上記目的を達成するために、本発明に係る第3の画像処理方法は、画素の階調を指示するデータを入力し、疑似中間調処理のために予め定められたディザマトリクスのうち、前記画素の座標に応じたディザ値を、当該入力データに加算し、ディザ値が加算されたデータを、画像出力装置によって表現可能な階調数に減色し、減色したデータが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値であるか否かを判別し、前記判別の結果が否定的であれば、減色したデータを、そのまま当該画像出力装置に出力する一方、前記判別の結果が肯定的であれば、減色したデータに前記ディザ値と前記減色に応じた値とを加算し、当該加算結果に応じて当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定するデータに変換して、当該画像出力装置に出力する方法を特徴としている。

この方法によれば、フリッカや揺れなどの不具合の発生し得る階調が画像出力装置において使用されないので、画質の向上が図られる。さらに、入力データが特定階調値に相当する範囲の中心値に近接するとき、疑似中間調処理によって、

当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値に、該入力データの階調値に応じた確率にて変換されるので、中間階調の再現性が低下することもない。くわえて、2回目のディザ値は、1回目のディザ値に、減色に応じた値の加算値であるので、ディザマトリクスを複数用意する必要もなくなる。

- 5 この方法において、減色したデータが前記特定階調値であり、かつ、当該入力データの階調が前記特定階調値に相当する範囲にあって、当該範囲よりも狭い範囲にあるときに限り、前記判別の結果を肯定的としても良い。このように判別を変更したときに、判別の結果が否定的になると、特定階調値がわずかであるが出力されることになる。
- 10 上記目的を達成するために、本発明に係る第4の画像処理方法は、画素の階調を指示するデータを入力し、当該入力データにディザ値を加算して、画像出力装置の表現可能な階調数に減色したときに、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に変換され得る範囲に当該入力データが含まれるか否かを判別し、前記判別の結果が否定的であれば、当該入力データにディザ値を加算
- 15 して、当該画像出力装置の表現可能な階調数に減色して、当該画像出力装置に出力する一方、前記判別の結果が肯定的であれば、当該入力データに、前記ディザ値の2倍の値と前記減色に応じた値とを加算し、当該加算結果に応じて当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定するデータに変換して、当該画像出力装置に出力する方法を特徴としている。
- 20 この方法によれば、フリッカや揺れなどの不具合の発生し得る階調が画像出力装置において使用されないので、画質の向上が図られる。さらに、入力データが特定階調値に相当する範囲の中心値に近接するとき、擬似中間調処理によって、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値に、該入力データの階調値に応じた確率にて変換されるので、中間階調の再現性が低下することもない。くわえて、
- 25 2回目のディザ値は、1回目のディザ値に、減色に応じた値の加算値であるので、ディザマトリクスを複数用意する必要もなくなる。

なお、第3の画像処理方法と第4の画像処理方法とは、判別と、擬似中間調処理との順序が相違するだけであり、結果については同等である。

第4の画像処理方法において、当該入力データが、当該画像出力装置による出

力に不具合の発生し得る特定階調値に変換され得る範囲よりもさらに狭い範囲にあるときに限り、前記判別の結果を肯定的としても良い。このように判別を変更したときに、判別の結果が否定的になると、特定階調値がわずかであるが出力されることになる。

- 5 上記目的を達成するために、本発明に係る第5、第6および第7の画像処理方法は、いずれも、画素の階調を指示する入力データに前処理を施し、前記前処理されたデータに擬似中間調処理を施し、前記擬似中間調処理が施されたデータに後処理を施して、画像出力装置の表現可能な階調数に減色する点において共通である。

- 10 このうち、第5の画像処理方法において、前処理は、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値から他方に相当する中心値までの範囲を、当該特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値から当該特定階調値に相当する中心値までの範囲に圧縮し、前記後処理は、前記擬似中間調処理が施されたデータが当該特定階調値であるとき、その階調値をシフトして出力する点に特徴があり、

- 15 第6の画像処理方法において、前処理は、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値から他方に相当する中心値までの範囲を、当該特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値から当該特定階調値に相当する中心値までの範囲に圧縮し、前記後処理は、前記入力データの階調値が前記特定階調値に相当する中心値を含む範囲にあ
- 20 って、前記擬似中間調処理が施されたデータが当該特定階調値であるとき、その階調値をシフトして出力する点に特徴があり、

- また、第7の画像処理方法において、前処理は、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に相当する中心値を含む範囲を、当該特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値と当該特定階調値に相当する中心値との中間値を含む範囲に圧縮し、前記後処理は、前記入力データの階調が前記特定階調値に相当する中心値を含む範囲にあ
- 25 って、前記擬似中間調処理が施されたデータが当該特定階調値であるとき、その階調値をシフトして出力する点に特徴がある。

第5の画像処理方法によれば、フリッカや揺れなどの表示上の不具合が発生し得る階調が、画像出力装置において使用されないで、また、第6、第7の画像処理によれば、不具合の発生し得る階調が画像出力装置において低減されるので、いずれも、画質の向上が図られる。さらに、第5、第6および第7の画像処理方法によれば、いずれも、入力データが特定階調値に相当する範囲の中心値に近接するとき、擬似中間調処理によって、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値に、該入力データの階調値に応じた確率にて変換されるので、中間階調の再現性が低下することもないし、くわえて、第3または第4の画像処理方法のように複雑な判別を伴わないので、処理の高速化が期待できる。

- 10 上記目的を達成するために、本発明に係る第1の画像処理装置は、画素の階調を指示するデータを、画像出力装置の階調を規定する階調データに、予め定められた特性にしたがって変換するが、当該入力データが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に対応するとき、その全部または少なくともその一部を、当該特定階調値以外の階調値を規定する階調データに変換して、
- 15 変換した階調データを当該画像出力装置に供給する変換回路を具備する構成を特徴としている。

- この構成は、上記第1の画像処理方法を装置化したものに相当する。したがって、この構成によれば、フリッカや揺れなどの不具合の発生し得る階調が画像出力装置において使用されないで、または、低減されるので、画質の向上が図られることになる。
- 20

- 上記目的を達成するために、本発明に係る第2の画像処理装置は、画素の階調を指示するデータを、画像出力装置の階調を規定する階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数を減少させるとともに、中間調表現のための擬似中間調処理を施して変換するが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る階調の特定階調値に対応するデータの全部または少なくとも一部については、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換して、当該画像出力装置に供給する変換回路を具備する構成を特徴としている。
- 25

この構成は、上記第2の画像処理方法を装置化したものに相当する。したがって、この構成によれば、入力されたデータを画像出力装置の出力可能な階調に減

少させる際に、フリッカや揺れなどの不具合の発生し得る階調が画像出力装置において使用されないで、または、低減されるので、画質の向上が図られることになる。

上記目的を達成するために、本発明に係る電子機器は、 画像処理装置と画像出力装置とを有し、前記画像処理装置は、画素の階調を指示するデータを、当該画像出力装置の階調を規定する階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数を減少させるとともに、中間調表現のための擬似中間調処理を施して変換するが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る階調の特定階調値に対応する入力データの全部または少なくとも一部については、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する変換回路と、前記画像形成装置は、前記画像処理装置によって変換された階調データにしたがって、画像を出力する構成を特徴としている。この構成によれば、フリッカや揺れなどの不具合が発生し得る階調が画像出力装置において使用されないで、または、低減されるので、画質の向上が図られることになる。

上記目的を達成するために、本発明に係る画像処理プログラムは、画像出力装置に、当該画像出力装置の階調を規定する階調データを供給するためのコンピュータに対し、画素の階調を指示するデータを、前記階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数を減少させるとともに、中間調表現のための擬似中間調処理を施して変換するが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る階調の特定階調値となるデータの全部または少なくとも一部については、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値の階調データに変換して、変換した階調データを当該画像出力装置に供給する手段として機能させることを特徴としている。

この機能によれば、フリッカや揺れなどの不具合の発生し得る階調が画像出力装置において使用されないで、または、低減されるので、画質の向上が図られることになる。

同様に、上記目的を達成するために、本発明に係る画像処理プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体は、画像出力装置に、当該画像出力装置の階調を規定する階調データを供給するためのコンピュータに対し、画素の階調を指示するデータを、前記階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数

を減少させるとともに、中間調表現のための擬似中間調処理を施して変換するが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る階調の特定階調値となるデータの全部または少なくとも一部については、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値の階調データに変換して、変換した階調データを当該画像出力装置に供給する手段として機能させるための画像処理プログラムを記録したことを特徴としている。

この機能によれば、フリッカや揺れなどの表示上の不具合が発生し得る階調の使用が画像出力装置において使用されないもので、または、低減されるので、画質の向上が図られることになる。

10

図面の簡単な説明

図1は、本発明の第1実施形態に係る画像処理を実行する携帯電話機等のシステム構成を示す図である。

図2は、同携帯電話機の構成を示すブロック図である。

15 図3は、同携帯電話機で実行される画像処理の内容を示すフローチャートである。

図4は、同画像処理において多階調化処理に用いられるテーブルの内容を示す図表である。

20 図5は、同画像処理における第1の減色処理の詳細を示すフローチャートである。

図6は、同画像処理に用いられるディザマトリクスの一例を示す図である。

図7は、同画像処理における第2の減色処理の入出力の割り振りの一例を示す図である。

25 図8は、第1実施形態の第1応用例に係る画像処理の内容を示すフローチャートである。

図9は、同画像処理におけるルックアップテーブルの変換内容を示す図表である。

図10は、同変換内容を示すトーンカーブの特性を示す図である。

図11は、256階調を8階調に単純に減色するときの割り振りを示す図であ

る。

図12は、第1応用例における第1の減色処理の詳細を示すフローチャートである。

5 図13は、第1実施形態の第2応用例に係る画像処理の内容を示すフローチャートである。

図14は、同画像処理において用いられる閾値テーブルの内容を示す図表である。

図15は、第1実施形態の第3応用例に係る画像処理の出力の割り振りを示す図である。

10 図16は、本発明の第2実施形態に係る画像処理の要部を示すフローチャートである。

図17は、同画像処理に用いられるディザマトリクスの一例を示す図である。

図18Aおよび図18Bは、それぞれ、同画像処理における入出力の関係を説明するための図である。

15 図19は、本発明の第3実施形態に係る画像処理の要部を示すフローチャートである。

図20は、同画像処理に用いられるディザマトリクスの一例を示す図である。

図21Aおよび図21Bは、それぞれ、同画像処理における入出力の範囲の関係を説明するための図である。

20 図22は、同ディザマトリクスの要素として理由を説明するための図である。

図23Aおよび図23Bは、それぞれ、本発明の第4実施形態に係る画像処理の原理を説明するための図である。

図24は、同画像処理の要部を示すフローチャートである。

図25は、同画像処理における前処理の変換内容を示す図である。

25 図26は、同画像処理における後処理の変換内容を示す図である。

図27は、第4実施形態の第1応用例に係る前処理の変換内容を説明するための図である。

図28は、第4実施形態の第2応用例に係る前処理の変換内容を説明するための図である。

図29は、第4実施形態の第1または第2応用例に適用される後処理の変換内容を説明するための図である。

図30は、第4実施形態の第3応用例に係る前処理の変換内容を示す図である。

図31は、第4実施形態の第3応用例に係る後処理の変換内容を示す図である。

5

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

<第1実施形態>

- 10 まず、本発明の第1実施形態に係る画像処理装置について説明する。図1は、この画像処理装置を備える携帯電話機のシステム構成を示す図である。この図に示されるように、携帯電話機10は、カラーLCDパネル20を備え、複数ある基地局BSのうち、在圏するエリア（セル）を管轄する基地局BSと通信する。基地局BSは、移動通信網TNに接続されている。移動通信網TNには、各種の
- 15 サービスを提供するためのサーバSVも接続されている。

図2は、移動電話機のハードウェア構成を示すブロック図である。

この図に示されるように、携帯電話機10は、カラーLCDパネル20、CPU30、ROM32、RAM34、入力部36、無線部40を備え、これらの各部は、バスBを介して互いに接続されている。

- 20 このうち、カラーLCDパネル20は、内部に駆動回路を備えている。カラーLCDパネル20について詳述すると、1ドットがR（赤）、G（緑）、B（青）の3色の画素からなり、駆動回路が、R、G、Bの各画素を、それぞれ3、3、2ビットの階調データにしたがって階調表示を行うように構成されている。このため、カラーLCDパネル20では、1ドットについて256（ $=2^{(3+3+2)}$ ）
- 25 色のカラー表示が行われることになる。

なお、カラーLCDパネル20では、STN（Super Twisted Nematic）型のパッシブマトリクス駆動方式が採用されるとともに、フレーム間引き駆動法による階調表示が行われる構成となっている。このため、カラーLCDパネル20では、画素をある階調値にさせると、フリッカなどの表示上の不具合が発生し得る。こ

の表示上の不具合が発生し得る階調値を特定階調値と、便宜的に呼ぶことにする。

CPU30は、後述するように各種の演算や制御など実行する主体であり、また、ROM32は、基本入出力プログラム等を記憶し、RAM34は、CPU30による制御において一時記憶領域として用いられ、入力部36は、テンキーや矢印キーなど、ユーザが各種の入力操作するためのボタンスイッチである。

一方、無線部40は、CPU30の制御の下、音声情報や、画像データ、パケットデータ、制御情報などを、基地局BSとの間にて無線通信するとともに、受信した情報やデータを処理する。

この構成による携帯電話機10では、通常の音声通話のほか、アプリケーションプログラムを実行することによって様々な機能を実現することができる。例えば、個人情報管理プログラムを実行することによって、スケジュールや、住所録、メモ等を管理する機能が実現されるし、メール送受信プログラムを実行することによって、他の端末と電子メールを授受する機能が実現される。また、ブラウザプログラムを実行することによって、サーバSVが提供する様々な情報を閲覧する機能も実現されることになる。

<画像処理>

次に、携帯電話機10におけるCPU30によって実行される画像処理について説明する。なお、この説明では、例として、サーバSVからダウンロードしたGIF (Graphics Interchange Format) 形式の画像データをカラーLCDパネル20の表示能力に適するように処理する画像処理について説明する。図3は、この画像処理の動作を説明するためのフローチャートである。

この画像処理プログラムが起動されると、まず、処理対象となる画像データが入力されて、RAM34に記憶される(ステップS100)。

次に、入力された画像データのビット数を多ビット化する多階調化処理が実行される(ステップS110)。この多階調化処理を実行する理由は、GIF形成にて扱うことが可能な色数は256色(8ビット)以下であるので、この色数を一旦、携帯電話機10の内部にて処理可能な24ビットまで拡大するためである。

この多階調化処理は、実際には、図4に示されるテーブルを用いた変換処理に

よって実行される。詳細には、処理対象の画像データに応じたテーブルがRAM 34にセットされるとともに、セットされたテーブルを参照することによって、画像データによって指示される8ビットのパレットインデックスカラーが、R、G、Bの各8ビット(計24ビット)に変換される。なお、図4に示されるテーブルの内容はあくまでも一例であり、処理対象の画像データが相違すると、変換内容も変更され得る。

ダウンロードした画像データに示される画像の解像度は、必ずしも、カラーLCDパネル20にて表示可能な解像度(あるいは、当該ブラウザ等によって予め定められた範囲の解像度)であるとは限らない。このため、多階調化処理された画像データの解像度を、カラーLCDパネル20の解像度(または指定された解像度)となるように、解像度変換処理がなされる(ステップS120)。

次に、カラーLCDパネル20において表示が行われる場合に、不具合が発生し得る階調値を示すデータが読み込まれる(ステップS130)。上述したように、カラーLCDパネル20では、R、G、Bの各画素が、それぞれ3、3、2ビットの階調データにしたがって階調表示を行うので、R、Gについては階調値が[0]から[7]までの8階調にて、Bについては階調値が[0]から[3]までの4階調にて、それぞれ表示可能である。なお、本件の説明では[]の数字は、十進表記で示される。

ここで、本実施形態では、便宜的に256階調から8階調に減色されるR、Gについて、階調値が[3]であれば、カラーLCDパネル20にて表示上の不具合が発生し得るとする。したがって、本実施形態において、ステップS130では、階調値[3]を示すデータが読み込まれることになる。なお、減色後では4階調となるBについては、表示上の不具合が発生しないとする。

続いて、入力された画像データで示される画像が、自然画や写真イメージなどの自然画像であるか否かが判別される(ステップS140)。この判別は、例えば当該画像にて出現する階調数が一定値以上であるか否かによって判別される。当該階調数が一定値以上であれば、自然画像であると判別されて、第1の減色処理が実行される(ステップS150)一方、当該画像の色数が一定値よりも少なければ、自然画像ではないと判別されて、第2の減色処理が実行される(ステッ

ブS160)。

第1の減色処理について説明する。この第1の減色処理は、1画素をR、G、Bの各8ビット(各256階調)にて規定する画像データを、R、Gについては、3ビット(各8階調)のうち、表示上の不具合が発生し得る階調値[3]を除いた7階調に、Bについては2ビット(4階調)に、それぞれカラーLCDパネル20において表現可能となるように減色する処理である。さらに、本実施形態では、自然画像を減色する際に、同一の階調値に集中して、不自然な輪郭模様が発生しないようにするため、オリジナルの階調値をディザ行列において対応する閾値と比較するディザ法も併せて適用する。

10 便宜上、処理対象となる画像データで示される画像のうち、着目画素の階調を指示する階調値をDXと表記する一方、変換された(減色後の)階調データにおける階調値をCDXと表記する。

通常、階調値DXが[0]から[255]までの256階調を、ディザ法を用いて8階調に割り振るためには、6つの閾値TH1、TH2、TH3、…、TH6 (TH1<TH2<TH3、…、<TH6)を用いて、256階調を7階調に分け、この後、ディザ行列の閾値と比較し、その比較結果に応じて階調値CDXのいずれかとする手法とすることが考えられる。

ただし、本実施形態では、カラーLCDパネル20において、R(赤)、G(緑)の画素が階調値[3]の表示を行うと、表示上の不具合が発生し得るので、階調値CDXが[3]となる変換を回避する必要がある。

20 そこで、第1の減色処理では、ステップS130において読み込まれた画像データにおける着目画素の階調値DXが[3]に相当する閾値TH4を使用しないとともに、閾値TH3以上閾値TH5未満であるデータについては、ディザ行列の閾値との比較結果に応じて、階調値[3]に隣接する[2]または[4]のいずれかのデータに変換することによって、階調値CDXが[3]となる変換を回避することとした。

図5は、この第1の減色処理の内容を示すフローチャートである。この第1の減色処理は、R、G、Bの各色についてそれぞれ実行されるが、ここでは、Rのデータについて、256階調を7階調に減色する場合を例にとって説明する。

また、ディザ法で用いるディザマトリクスとしては、例えば図6に示されるような4×4の正方マトリクスが用いられて、後述する正規化値DX'がディザマトリクスの閾値よりも大きいかな否かによって、減色後の階調値CDXが決定される。なお、ディザマトリクスとしては、図6に示されるマトリクスに限られることとはなく、異なるサイズのマトリクスを用いても良いし、閾値の配列についても例えば中心から外側にしたがって順次大きくなるマトリクスを用いても良い。

図5において、第1の減色処理が開始されると、自然画像であると判別された画像データが入力される（ステップS200）。

次に、当該画像データのうち、着目画素の階調値DXが閾値TH1未満であるか否かが判別される（ステップS210）。階調値DXが閾値TH1未満であれば、当該階調値DXが、ディザマトリクスの閾値範囲である[0]から[15]までの範囲に収まるように正規化されて、その正規化値がDX'とされる（ステップS212）。例えば、閾値TH1が[36]である場合に、階調値が[24]であれば、

$$DX' = 15 \cdot DX / TH1$$

により求められる結果、正規化値DX'は[10]となる。

続いて、ステップS212における正規化値DX'が、ディザマトリクスにおいて着目画素に対応する閾値THよりも大きいかな否かが判別される（ステップS214）。正規化値DX'が閾値TH未満であれば、着目画素の階調値CDXを[0]とし（ステップS216）、正規化値DX'が閾値THよりも大きければ、着目画素の階調値CDXを[1]とする（ステップS226）。

一方、ステップS210において階調値DXが閾値TH1以上であると判別されれば、さらに、階調値DXが閾値TH2未満であるか否かが判別される（ステップS220）。階調値DXが閾値TH2未満であれば、当該階調値DXが、ディザマトリクスの閾値範囲に収まるように正規化されて、その正規化値がDX'とされる（ステップS222）。このとき、正規化値DX'は、次式により求められる。

$$DX' = 15 \cdot (DX - TH1) / (TH2 - TH1)$$

次に、ステップS222における正規化値DX'が、ディザマトリクスにおい

て着目画素に対応する閾値THよりも大きいか否かが判別される（ステップS224）。正規化値DX'が閾値TH未満であれば、着目画素の階調値CDXを[1]とし（ステップS226）、正規化値DX'が閾値THよりも大きければ、着目画素の階調値CDXを[2]とする（ステップS236）。

- 5 ステップS220において階調値DXが閾値TH2以上であると判別されれば、さらに、当該階調値DXが閾値TH3未満であるか否かが判別される（ステップS230）。階調値DXが閾値TH3未満であれば、当該階調値DXが、ディザマトリクスの閾値範囲に収まるように正規化されて、その正規化値がDX'とされる（ステップS232）。このとき、正規化値DX'は、次式により求められる。

$$DX' = 15 \cdot (DX - TH2) / (TH3 - TH2)$$

- 次に、ステップS232における正規化値DX'が、ディザマトリクスにおいて着目画素に対応する閾値THよりも大きいか否かが判別される（ステップS234）。正規化値DX'が閾値TH未満であれば、着目画素の階調値CDXを[2]とし（ステップS236）、正規化値DX'が閾値THよりも大きければ、着目画素の階調値CDXを[3]とはせず、[4]とする（ステップS256）。

- 15 ステップS230において階調値DXが閾値TH3以上であると判別されれば、さらに、当該階調値DXが閾値TH5未満であるか否かが判別される（ステップS250）。階調値DXが閾値TH5未満であれば、当該階調値DXが、ディザマトリクスの閾値範囲に収まるように正規化されて、その正規化値がDX'とされる（ステップS252）。このとき、正規化値DX'は、次式により求められる。

$$DX' = 15 \cdot (DX - TH3) / (TH5 - TH3)$$

- 次に、ステップS252における正規化値DX'が、ディザマトリクスにおいて着目画素に対応する閾値THよりも大きいか否かが判別される（ステップS254）。正規化値DX'が閾値TH未満であれば、着目画素の階調値CDXを[4]とし（ステップS256）、正規化値DX'が閾値THよりも大きければ、着目画素の階調値CDXを[5]とする（ステップS266）。

同様に、ステップS250において、階調値DXが閾値TH5以上であると判

別されれば、さらに、当該階調値DXが閾値TH6未満であるか否かが判別される(ステップS260)。階調値DXが閾値TH6未満であれば、当該階調値DXが、ディザマトリクスの閾値範囲に収まるように正規化されて、その正規化値がDX' とされる(ステップS262)。このとき、正規化値DX' は、次式に

5 より求められる。

$$DX' = 15 \cdot (DX - TH5) / (TH6 - TH5)$$

次に、ステップS262での正規化値DX' が、ディザマトリクスにおいて着目画素に対応する閾値THよりも大きいか否かが判別される(ステップS264)。

10 正規化値DX' が閾値TH未満であれば、着目画素の階調値CDXを[5]とし(ステップS266)、正規化値DX' が閾値THよりも大きければ、着目画素の階調値CDXを[6]とする(ステップS276)。

同様に、ステップS260において、階調値DXが閾値TH6以上であると判別されれば、当該階調値DXが、ディザマトリクスの閾値範囲に収まるように正規化されて、その正規化値がDX' とされる(ステップS272)。このとき、

15 正規化値DX' は、次式により求められる。

$$DX' = 15 \cdot (DX - TH6) / (255 - TH6)$$

そして、ステップS272における正規化値DX' が、ディザマトリクスにおいて着目画素に対応する閾値THよりも大きいか否かが判別される(ステップS274)。正規化値DX' が閾値TH未満であれば、着目画素の階調値CDXを

20 [6]とし(ステップS276)、正規化値DX' が閾値THよりも大きければ、着目画素の階調値CDXを[7]とする(ステップS278)。

そして、入力された画像データのうち、すべての画素についてステップS200からステップS278までの処理がなされたか否かが判別され(ステップS280)、当該判別結果が否定的であれば、着目画素を移行させるとともに、全画素について処理を実行すべく、手順をステップS200に戻す一方、当該判別結果が肯定的であれば、R(赤)について第1の減色処理が終了する。

25 なお、ここではRについて説明したが、Rと同様な問題が発生し得るG(緑)についても、[0]から[7]までの8階調のうち、[3]を除いた7階調の階調値CDXとなるように、同様な減色処理が実行される。

また、B (青) については、上述したように表示上の不具合が発生しないので、通常の擬似中間調処理によって、2 5 6 階調から4階調に減色される。なお、B についても、ある階調値を表示すると不具合が発生し得るのであれば、当該階調値を回避する処理をすれば良い。

- 5 さらに、ここでは一例としてディザ法を用いて擬似的に中間調を再現したが、誤差拡散法など、他の手法を適用しても良い。

次に、図3のステップS 1 6 0において実行される第2の減色処理について説明する。表示すべき画像が自然画像でないとき、例えば、文字や線画などの画像であるとき、画像データにおける階調値の分布が偏るため、ディザ法などの擬似
10 中間調処理を実行しない方が、良好な画質が得られるとされる。

- そこで、第2の減色処理では、図7に示されるように、[0] から [2 5 5] までの2 5 6 階調が、[0] から [7] までの8階調のうち、[3] を除いた7階調に割り振られる。詳細には、表示上の不具合が生じ得る階調値CDXの[3] については出力されず、その代わりに、当該階調値に隣接する[2] および[4]
15 の入力範囲が、例えば、それぞれ[6 4] 以上[1 1 2] 未満、[1 1 2] 以上[1 6 0] 未満に拡大されている(通常では、入力される階調値DXが[9 6] 以上[1 2 8] 未満であれば、階調値が[3] となるように割り振られる)。

- なお、本実施形態では、入力された画像データで示される画像が、自然画や写真イメージなどの自然画像であるか否かについての判別結果に応じて、第1また
20 は第2の減色処理を実行するが、判別をすることなく、いずれか一方の減色処理を実行するとしても良いし、また、解像度変換についても必要なければ、実行しなくても良い。

- また、本実施形態では、階調値CDXが[2]、[4] に割り振られる階調値DXの範囲だけを拡大したが、例えば、階調値CDXが[1]、[2]、[4]、
25 [5]、[6]、[7] にそれぞれ割り振られる階調値DXの範囲を、均等化しても良い。

この割り振りによる変換は、R、Gについて行われる。Bについては、[0] から[2 5 5] までの階調値DXを4つのブロックに均等に分けて、各ブロックの範囲を、それぞれ[0]、[1]、[2]、[3] とする階調値CDXに割り

振れば良い。

第1または第2の減色処理が完了すると、減色された階調データ、すなわち、R、Gについては、それぞれ階調値CDX[3]が除かれた7階調にて規定し、Bについては4階調にて規定する階調データが、カラーLCDパネル20に供給されて、この階調データにしたがった表示がカラーLCDパネル20に行われる。このため、カラーLCDパネル20において、フリッカや揺れなどの不具合が発生し得る階調値が表示されないので、表示画面の画質の低下を防止することができる。

この画像処理は、コンピュータによる処理を含んでいることから、この処理を実現するためのプログラムとしての態様と、当該プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体としての態様とを採ることもできる。この記録媒体としては、フレキシブルディスクや、CD-ROM、光磁気ディスク、ICカード、ROMカートリッジのほか、パンチカード、バーコードなどの符号が印刷された印刷物や、コンピュータの内部記憶装置(RAMやROMなどのメモリ)、外部記憶装置によってコンピュータが読み取り可能な種々の媒体を利用することができる。

<第1実施形態の応用例>

上述した第1実施形態における第1の減色処理では、カラーLCDパネル20において表示上の不具合が発生し得る階調値を完全に除いたが、当該階調値の発生頻度を減少させることとしても、画質の低下として視認される可能性は少ない。そこで、表示上の不具合が発生し得る階調値を完全に除くのではなく、当該階調値の発生頻度を減少させた第1、第2および第3応用例について説明する。

25 <第1実施形態の第1応用例>

第1応用例は、後述するトーンカーブを用いて、入力される画像データの階調値を補正して、当該階調値への変換を少しだけ許容する技術である。図8は、第1応用例に係る画像処理の内容を示すフローチャートである。ステップS100aからステップS140aまでは、図3におけるステップS100からステップ

S 1 4 0 までと同一内容であるので、ここでは、ステップ S 1 4 2 以降について説明する。

- まず、ステップ S 1 4 0 a において、入力された画像データが自然画像と判定されると、ステップ S 1 3 0 a にて読み込まれた階調値、すなわち、表示上の不
5 具合が発生し得る階調値を示すデータに応じて、ルックアップテーブルが R A M 3 4 内に設定される(ステップ S 1 4 2)。そして、当該ルックアップテーブルが参照されて、画像データの階調値 D X が補正される(ステップ S 1 4 4)。

- ルックアップテーブルの設定および該ルックアップテーブルを参照した補正は、R (赤)、G (緑) の各々について実行される。B (青) については、上述した
10 ように、カラー L C D パネル 2 0 において表示上の不具合が発生し得る階調値が存在しないと想定しているので、ルックアップテーブルの設定および該ルックアップテーブルによる補正を実行する必要はない。ただし、B についても表示上の不具合が発生し得る階調が存在するのであれば、実行する必要があるのはもちろんである。

- 15 ここで、ルックアップテーブルの設定設定および該ルックアップテーブルを参照した補正について、R を例にとって説明する。図 9 は、R についてのルックアップテーブルの変換内容を示す図表である。図 1 0 は、この変換特性(トーンカーブ)であり、入力側は補正前の階調値 D X R を示し、出力側は補正後の階調値 D X r を示している。いずれも、カラー L C D パネル 2 0 において表示上の不
20 具合が生じ得る階調値 C D X が [3] であるとしたときのものである。

- 図 1 0 におけるトーンカーブ L a は、例えば、階調値 D X R [1 0 4] のデータが階調値 D X r [9 6] のデータに補正されることを示している。トーンカーブ L a では、入力側の階調値 D X R が、階調値 C D X が [3] に相当する p 点よりも小さい領域では、値がより小さい階調値 D X r に補正される一方、p 点より
25 も大きい領域では、値がより大きい階調値 D X r に補正される。

なお、補正なしの場合における特性は、図において一点鎖線 L b にて示され、入力側の階調値 D X R がそのまま出力側の階調値 D X r として出力される。

このトーンカーブでは、階調値 D X r が [9 6] ~ [1 2 8] に分布する割合が減少するが、その分、[0] ~ [9 6] および [1 2 8] ~ [2 5 5] に分布

する割合が増加する。ここで、階調値DXrが[96]～[128]に分布する割合を減少させている理由は、図11に示されるように、[0]～[255]までの256階調を8等分し、8つの領域を作成して、各領域を8階調に単純に割り振ったとき、階調値[3]に相当する領域が[96]～[128]に相当するからである。このため、表示上の不具合が他の階調値、例えば階調値[5]にて発生し得るのであれば、階調値[5]に相当する[160]～[192]に分布する割合を減少させれば良い。

すなわち、ステップS142におけるルックアップテーブルの設定とは、ステップS130aにおいて読み込まれた階調値に相当する範囲の分布が減少するように、入出力の関係を操作することをいう。ただし、入出力の関係を操作することに限られず、予め階調値に応じたルックアップテーブルをROM32またはRAM34に複数用意しておく一方、ステップS130aにおいて読み込まれた階調値に対応するテーブルを選択するとしても良い。

また、この例では、トーンカーブを直線的としているが、カラーLCDパネルの入力/表示特性を補正するためのガンマ特性を持たせて、曲線的に設定しても良い。

さらに、ルックアップテーブルではなく、階調値DXRを入力する演算・関数によって求めることとしても良い。

ステップS144において階調値DXrに補正されると、第1の減色処理が行われる(ステップS150a)。ここでいう第1の減色処理によって、1画素をR、G、Bの各8ビット(各256階調)で規定する画像データが、R、Gについては3ビット(各8階調)に、Bについては2ビット(4階調)に、それぞれ減色される。該第1の減色処理でも、第1実施形態と同様に、ディザ法が適用される。

図12は、この第1応用例における第1の減色処理の内容を示すフローチャートである。この図に示される第1の減色処理が、図5と相違する点は、閾値TH4が用いられる点と、階調値CDXを[3]とすること(ステップS346)があり得る点とである。第1応用例における第1の減色処理でも、R、Gの各々について、全画素にステップS300からステップS380までの処理が繰り返さ

れ、Bについても全画素について4階調に減色する処理が実行される。

一方、ステップS160aにおける第2の減色処理は、図3における第1実施形態と同様である。

第1または第2の減色処理が完了すると、減色された階調データがカラーLCDパネル20に供給されて、この階調データにしたがった表示が行われる。この第1応用例において、第1の減色処理が実行された場合、R、Gについては、ルックアップテーブルによって、それぞれ階調値CDX[3]の分布が低減された8階調にて規定し、Bについては4階調にて規定する階調データが、カラーLCDパネル20に供給される。このため、表示上の不具合が発生し得る階調値が表示されるが、その発生頻度は低いので、表示画面の品位の低下として問題となるまでに至らないで済む。

<第1実施形態の第2応用例>

第1応用例では、不具合が発生し得る階調値に相当する範囲の分布をルックアップテーブル等によって減少させた後に、第1の減色処理を実行して、当該階調値の発生頻度を低減させたが、ルックアップテーブル等を用いずに、第1の減色処理内における閾値を変更することによっても同様な効果を得ることができる。

そこで、第1の減色処理内における閾値を変更した第2応用例について説明する。

図13は、第2応用例に係る画像処理の内容を示すフローチャートである。ステップS100bからステップS140bまでは、図3におけるステップS100からステップS140までと同一内容であるので、ここでは、ステップS146以降について説明する。

まず、ステップS140bにおいて入力された画像データが自然画像と判定されると、ステップS130bにて読み込まれた階調値、すなわち、表示上の不具合が発生し得る階調値を示すデータに応じた閾値が、閾値テーブルを参照して設定される(ステップS146)。

ここで、閾値テーブルとは、ROM32に固定的に記憶(または、この画像処理の起動直後にRAM34に記憶)されたものであり、その内容は図14に示さ

れるように、表示上の不具合が生じ得る階調値CDXに対し、図12におけるTH1、TH2、TH3、…、TH6として用いる閾値の関係を規定する。

図14において、ハッチングされていない閾値TH1、TH2、TH3、…、TH6は、図12における閾値と同一である。また、ハッチングされた閾値は、
 5 この第2応用例において特有であり、当該階調値CDXに相当する範囲を狭めるために、次のような関係を有する。 $TH01 < (TH1) < TH11 < TH21 < (TH2) < TH22 < TH32 < (TH3) < TH33 < TH43 < (TH4) < TH44 < TH54 < (TH5) < TH55 < TH65 < (TH6) < TH66 < TH67$

10 この応用例においても、カラーLCDパネル20において、R(赤)、G(緑)の画素に階調値[3]の表示をさせると、表示上の不具合が発生し得るとすると、ステップS130においては階調値[3]を示すデータが読み込まれる。このため、ステップS146では、階調値CDX[3]に対応する閾値TH1、TH2、TH33、TH43、TH5、TH6の各々が、図12における閾値TH1、TH2、TH3、…、TH6としてセットされる。ここで、上述したように、TH
 15 $3 < TH33 < TH43 < TH4$ なる関係が存在するので、当該階調値CDX[3]に相当する入力範囲が狭められることになる。

表示上の不具合が発生し得る階調値CDX[5]であれば、閾値TH1、TH2、TH3、TH4、TH55、TH65の各々が、図12における閾値TH1、TH2、TH3、…、TH6としてセットされて、当該階調値CDX[5]に相
 20 当する入力範囲が狭められることになる。

そして、閾値TH1、TH2、TH3、…、TH6としてセットされた閾値を用いた第1の減色処理が実行される(ステップS150b)。一方、ステップS160bにおける第2の減色処理は、図3における第1実施形態と同様である。

25 第1または第2の減色処理が完了すると、減色された階調データがカラーLCDパネル20に供給されて、この階調データにしたがった表示が行われる。この第2応用例において、第1の減色処理が実行された場合、R、Gについては、閾値の変更によって、それぞれ階調値CDX[3]の分布が低減された8階調にて規定し、Bについては4階調にて規定する階調データが、カラーLCDパネル2

0に供給される。このため、表示上の不具合が発生し得る階調値が表示されるが、その表示頻度は低いので、表示画面の品位の低下として問題となるまでに至らないで済む。

5 <第1実施形態の第3応用例>

上述した第1および第2応用例では、第1の減色処理において、表示上の不具合が発生し得る階調値CDXの発生頻度を減少させたが、256階調のデータを8階調に減色するときの割り振りを変更することにも良い。図15は、この割り振りを示す説明図である。この図に示されるように、表示上の不具合が発生し得る階調値CDXが[3]に出力する入力階調値DXの範囲が狭くなっている。このような割り振りによっても、表示上の不具合が発生し得る階調値の発生頻度を減少させ、表示品位の低下を意識させないで済む。この応用は、第1の減色処理と第2の減色処理とが実施的に同じである、と解釈することもできる。

15 <第2実施形態>

第1実施形態では、入力された画像データが、表示上の不具合が発生し得る階調値に変換されないの、または、その発生頻度が減少するので、カラーLCDパネル20による表示品位の低下については確かに防止することができる。しかしながら、第1実施形態では、カラーLCDパネル20の階調特性に偏りが生じて、中間階調の再現性が悪化する、という問題が顕在化した。

この理由は、例えば256階調を8階調に減色するときに階調値[3]を回避するのであれば、256階調において、当該階調値[3]の中心に相当する階調値[112]は、理想的には、8階調における階調値[2]または[4]に、発生確率がほぼ50%にて変換されなければならないが、第1実施形態では、ディザマトリクスの閾値との比較前における割り振り(図5ではステップS210等、図12では、ステップS310等)や、トーンカーブによる補正(図8のステップS144)によって、入力された画像データは、本来的に有する階調値の情報を失った状態にて(または、補正された状態にて)、擬似中間調処理されるので、このような理想的な変換が期待できないためである。この結果、第1実施形態で

は、256階調における階調値[112]は、8階調における階調値[2]または[4]の一方に偏って変換されるので、カラーLCDパネル20における階調特性の全体的バランスが崩れる、と考えられる。

- そこで、表示上の不具合が発生し得る階調の表示を回避しつつ、中間階調の再現性の悪化を防止した第2実施形態について説明する。なお、この第2実施形態に係る画像処理は、図3におけるステップS150を除けば同一であるので、同一部分については説明を省略する。また、説明を簡略化するために、すべての画素について処理を行うための再帰の手順や、必要な値のプリセットやクリアの手順についても説明を省略する。なお、この第2実施形態では、第1実施形態とは異なり、256階調を16階調に減色する場合について検討する。

図16は、第2実施形態に係る画像処理のうち、要部である減色処理の内容を示すフローチャートである。

- はじめに、自然画像と判定された画像データのうち、着目画素の階調を示すデータ $D_{in}(x, y)$ に対し、一種の揺らぎを与えるために、ディザ値 $Dither(i, j)$ が加算されて、当該加算値が $D'(x, y)$ とされる(ステップS512)。
- このうち、データ $D_{in}(x, y)$ とは、座標が (x, y) である着目画素の階調を示し、また、ディザ値 $Dither(i, j)$ とは、ディザマトリクスのうち、 i 行 j 列の要素の値を示す。

- 本実施形態では、256階調を16階調に減色する場合を想定しているので、ディザマトリクスとして、例えば図17に示されるような 4×4 のマトリクスを用いることができる。

なお、第1実施形態におけるディザマトリクスは、比較のための閾値として用いたが、第2実施形態では、階調値に揺らぎを与えるためのディザ値として用いられるので、両ディザマトリクスの性質が、若干相違している点に留意されたい。

- 画像データで示される画像の左上隅を基準座標 $(0, 0)$ とし、さらに、 X 座標の正側を右側、 Y 座標の正側を下側に規定した場合、座標 (x, y) の着目画素に対応するディザ値の配列 i, j は、 x, y をそれぞれ[4]で割った余り(剰余値)にて定められる。例えば、着目画素の座標が $(7, 9)$ である場合、 i, j は、それぞれ[3]、[1]にて定められるので、ディザ値として1行3列の

[-2] が適用される。基準座標を (0, 0) としているので、座標 (7, 9) の画素は、左から順に 1, 2, 3, ... と数えると 8 番目、上から順に数えると 10 番目となる点に注意する必要がある。

次に、データ $D_{in}(x, y)$ にディザ値 $Dither(i, j)$ が加算されたデータ $D'(x, y)$ を 2 進表記して、右に 4 ビットだけシフトした値を暫定的に階調データ $D_{out}(x, y)$ とする (ステップ S 5 1 4)。データ $D'(x, y)$ を右に 4 ビットだけシフトするということは、実質的に、当該データ $D'(x, y)$ を [16] (十進表記) で割ることであって、256 階調を 16 階調に変換することを意味する。

したがって、ステップ S 5 1 2、S 5 1 4 では、オリジナルのデータ $D_{in}(x, y)$ にディザ値 $Dither(i, j)$ を加算した後、256 階調から 16 階調に変換する、という擬似中間調処理が実行されることになる。この擬似中間調処理については、後々の説明において頻繁に引用するので、ステップ S 5 1 0 としてまとめる。

続いて、擬似中間調処理された階調データ $D_{out}(x, y)$ が、不具合の発生し得る階調値 [n]、すなわち、すでにステップ S 1 3 0 において読み込まれた階調値 CDX のデータに等しいか否かが判別される (ステップ S 5 2 0)。

階調データ $D_{out}(x, y)$ が当該階調値 [n] に等しくなければ、当該階調データ $D_{out}(x, y)$ がそのまま変換値として出力される。

一方、階調データ $D_{out}(x, y)$ が当該階調値 [n] に等しければ、さらに、ステップ S 5 3 0 にまとめられる 2 回目の擬似中間調処理が実行される。この 2 回目の擬似中間調処理は、変換前に含まれる情報を考慮して、当該階調値 [n] に相隣接する階調値のいずれかに変換する、という内容である。

まず、上述したデータ $D'(x, y)$ を 16 で割ったときの剰余値に、同一のディザ値 $Dither(i, j)$ を加算した後、当該加算値に [-8] を加算した値をデータ $R(x, y)$ とし (ステップ S 5 3 2)、次に、該データ $R(x, y)$ が [0] 以上であるか否かを判別する (ステップ S 5 3 4)。すなわち、ステップ S 5 1 0 の擬似中間調処理において、不具合が発生し得る階調値 [n] に変換されるデータ $D'(x, y)$ に対し、再びディザ値 $Dither(i, j)$ を加えた値が、

当該階調値[n]に相隣接する値のうち、上側の値に近いのか否かが判別される。

この判別結果が肯定的であれば、暫定的であったデータDout(x, y)が[1]だけインクリメントされる(ステップS536)。これにより、インクリメント後の階調データDout(x, y)が変換値として出力される。

- 5 一方、この判別結果が否定的であれば、暫定的であったデータDout(x, y)が[1]だけデクリメントされる(ステップS538)。これにより、デクリメント後の階調データDout(x, y)が変換値として出力される。

- 10 なお、ここでは1つの画素に着目して、当該画素の階調値の変換過程について説明したが、実際には、すべてのR、G、Bの画素について変換される。また、R、G、Bのうち、表示上の不具合が発生しない色が存在すれば、当該色については、ステップS510における1回目の擬似中間調処理だけを実行すれば良い。

このような画像処理について具体的に例を挙げて説明する。

- 15 例えば256階調を16階調に減色するときに階調値[5]を回避するとき、256階調において、当該階調値[5]の中心に相当する階調値は[88]である。そこで、例として階調値[88]のデータがどのように変換されるかを検討する。

- 20 階調値[88]に、[-8]から[7]までのディザ値が加算されると(ステップS510)、[80]から[95]までの範囲に分散する。この範囲は2進表記でいえば、01010000から01011111までであり、上位4ビットの0101は、十進表記でいう[5]であるので、必ずステップS530における2回目の擬似中間調処理が実行される。

- 25 ここで、[80]から[95]までの範囲とは、16で割った余りが[0]から[15]までの範囲に相当する。この余りに、再びステップS512と同一のディザ値[-8]から[7]までを加算した後に、[-8]を加算すると、[-16]、[-14]、…、[-2]、[0]、…、[12]、[14]に分散する。当該範囲のうち、[-16]から[-2]までの範囲については階調値[4]の階調データに変換され(ステップS538)、[0]から[14]までの範囲については階調値[6]の階調データに変換される(ステップS536)。このため、256階調において階調値[88]のデータは、16階調において階調値

[4] または [6] のいずれかに、互いに確率 50% の割合にて変換される。

256 階調において階調値 [88] に近接するデータについても、同様にして考えると、16 階調において階調値 [4] または [6] に、当該データの階調値に応じて確率にて変換される。

- 5 したがって、第 2 実施形態によれば、不具合が生じ得る階調値への変換が回避されるとともに、当該階調値付近の階調については、当該階調値に隣接する階調値を用いて擬似的に表現されるので、中間階調特性の全体的なバランスが崩れることもない。

- 10 また、上述した第 2 実施形態において、ステップ S 5 2 0 の判別結果が肯定的であれば、2 回目の疑似中間調処理が実行されることになるが、ディザマトリクスについては共用できるので、当該ディザマトリクスを記憶するための領域が増加したり、疑似中間調処理のための構成が複雑化したりすることが防止される。
- 15 なお、ディザマトリクスを共用するのではなく、ステップ S 5 1 2 に用いるディザマトリクスのディザ値をそれぞれ [-8] だけ加算したディザマトリクスを別途用意しても良い。このようにディザマトリクスを 2 つ用意すれば、ステップ S 5 3 2 の演算における [-8] の加算を省略することが可能となる。

<第 2 実施形態の応用>

- 20 上述した第 2 実施形態では、1 回目の疑似中間調処理（ステップ S 5 1 0）の後、当該処理による階調データ $D_{out}(x, y)$ が、表示上の不具合が発生し得る階調値であるか否かを判別し（ステップ S 5 2 0）、この判別結果が肯定的であるときに限り、2 回目の疑似中間調処理（ステップ S 5 3 0）を実行して、当該階調値に隣接する階調値のいずれかに変換することとした。この処理について図 18 A を用いて説明すると、1 回目の疑似中間調処理により減色された階調値が、
- 25 不具合の生じ得る階調値 [n] となる範囲（図において破線で示される）でのみ、2 回目の疑似中間調処理が実行される一方、それ以外の範囲（図において実線で示される）では、2 回目の疑似中間調処理が実行されないで、1 回目の疑似中間調処理による階調データをそのまま出力する、というものである。

この第 2 実施形態によれば、不具合の発生し得る階調値 [n] が完全に除かれ

るが、上述した第1実施形態における応用例のように、当該階調値 $[n]$ の発生頻度を減少させることとしても、画質の低下として視認される可能性は少ない。

第2実施形態において、当該階調値 $[n]$ の発生頻度を減少させるには、ステップS520における判別内容を次のような内容に変更すれば良い。

- 5 すなわち、減色後の暫定的な階調データ $D_{out}(x, y)$ が、不具合の発生し得る階調値 $[n]$ に等しく、かつ、入力データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が $[16n + a]$ 以上 $[16(n+1) - a]$ 未満の範囲Hに含まれるか否かを判別すれば良い。ここで、範囲Hは、図18Bに示されるように、16階調における階調値 $[n]$ に相当する範囲よりも狭い範囲であり、また、 $[a]$ は、正の値であって、
- 10 余裕度（または冗長度）を示す。
 データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が $[16n]$ 以上 $[16n + a]$ 未満の範囲にあるとき、当該データ $D_{in}(x, y)$ に対して1回目の擬似中間調処理（ステップS510）が施されると、その階調値は $[n-1]$ または $[n]$ となるが、変更後のステップS520に従うと、判別結果が否定的となる。このため、当該階
- 15 調値 $[n]$ が出力され得る。
 同様に、データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が $[16(n+1) - a]$ 以上 $[16(n+1)]$ 未満の範囲にあるとき、当該データ $D_{in}(x, y)$ に対して1回目の擬似中間調処理（ステップS510）が施されると、その階調値は $[n]$ または $[n+1]$ となるが、変更後のステップS520に従うと、判別結果が否定的
- 20 となる。このため、当該階調値 $[n]$ が出力され得る。
 ただし、階調値 $[n]$ が最終的に出力されるのは、変更後のステップS520の判別結果が否定的となる上記2例に限られる。範囲Hにあるデータ $D_{in}(x, y)$ に対し、1回目の擬似中間調処理（ステップS510）が施されて、その暫定的な階調値が $[n]$ となるとき、変更後のステップS520に従えば、判別結
- 25 果が肯定的となるので、2回目の擬似中間調処理（ステップS530）が実行される結果、その階調値は、最終的に $[n-1]$ または $[n+1]$ となるからである。
 このため、ステップS520における判別内容を変更すると、階調値 $[n]$ が出力されるものの、その発生頻度は減少することが判る。

したがって、ステップS520における判別内容を変更するとともに、余裕度[a]を適切に設定すると、表示品位を低下させることなく、中間階調特性の全体的なバランスを維持することが可能となる。

10 上述した第2実施形態では、1回目の疑似中間調処理（ステップS510）の後、当該処理による階調データDout（x、y）が、表示上の不具合が発生し得る階調値であるか否かを判別し（ステップS520）、この判別結果が肯定的であるときに限り、2回目の疑似中間調処理（ステップS530）を実行して、当該階調値に隣接する階調値のいずれかに変換することとした。

そこで次に、このような手順を踏む第3実施形態について説明する。なお、この第3実施形態に係る画像処理は、図3におけるステップS150を除けば同一であるので、その同一部分については説明を省略し、さらに簡略化するために、
20 すべての画素について処理を行うための再帰的手順や、必要な値のプリセットやクリアの手順についても説明を省略する。また、この第3実施形態では、第2実施形態と同様に、256階調を16階調に減色する場合について検討する。

はじめに、自然画像と判定された画像データのうち、着目画素のデータ $D_{in}(x, y)$ の階調値が、擬似中間調処理 (A) を実行した場合に、不具合の生じる階調値 $[n]$ に変換され得る範囲にあるか否かが判別される (ステップ S 610)。

ここで、16階調における階調値[n]は、図21Aに示されるように、25

6階調における階調値が $[16n]$ 以上 $[16(n+1)]$ 未満の範囲に相当している。本実施形態における擬似中間調処理(A)を、第2実施形態における1回目の擬似中間調処理と同様とすると、図17に示されるディジマトリクスのディザ値の最大値は $[+7]$ であり、最小値は $[-8]$ であるので、階調値が $[16n-7]$ 以上 $[16(n+1)+8]$ 未満の範囲Jにあれば、擬似中間調処理(A)によって、階調値 $[n]$ に変換される可能性がある。すなわち、ステップS610では、データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が $[16n-7]$ 以上 $[16(n+1)+8]$ 未満であるか否かが判別される。

データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が当該範囲Jになれば、擬似中間調処理(A)によって階調値 $[n]$ に変換される可能性がゼロであるので、ステップ510において、実際に擬似中間調処理(A)が実行されて、その処理結果が出力される。なお、この擬似中間調処理(A)は、上述したように第2実施形態における1回目の擬似中間調処理と同一内容であるので、説明を省略する。

一方、データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が当該範囲Jにあれば、擬似中間調処理(A)では、階調値 $[n]$ に変換される可能性があるので、これを回避すべく、擬似中間調処理(B)が実行される(ステップS620)。

この擬似中間調処理(B)では、まず、データ $D_{in}(x, y)$ にディザ値Dither $2(i, j)$ が加算されて、当該加算値がデータ $D2'(x, y)$ とされる(ステップS622)。

次に、不具合の生じ得る階調値 $[n]$ が、奇数であるか否かが判別される(ステップS624)。

ここで、当該階調値 $[n]$ が奇数であるとき、データ $D2'(x, y)$ を2進表記して、右に5ビットだけシフトした後、左に1ビットだけシフトした値を階調データ $D_{out}(x, y)$ とする(ステップS626)。

一方、当該階調値 $[n]$ が偶数であるとき、データ $D2'(x, y)$ から $[16]$ を減算した値を2進表記して、右に5ビットだけシフトした後に、左に1ビットだけシフトし、当該シフト値を $[1]$ だけインクリメントして、階調データ $D_{out}(x, y)$ とする(ステップS628)。

この擬似中間調処理(B)における各処理の意味内容について詳述する。この

擬似中間調処理 (B) は、2 5 6 階調にて示される階調データ $D_{in}(x, y)$ を、1 6 階調における本来的な階調値 $[n]$ ではなく、これに隣接する $[n-1]$ または $[n+1]$ に中間調処理を伴って変換する、という処理である。

- この処理について、見方を変えれば、2 5 6 階調のデータ $D_{in}(x, y)$ に、
- 5 8 階調に変換するためのディザ値を加算した値を求め、該加算値にしたがって 8 階調に変換したと仮定し、次に、8 階調に減色した階調値が、1 6 階調において、どの階調値が相当するか、という処理に実質的に等しい。

- この処理において、8 階調に減色した階調値が、1 6 階調のうち、どの階調値が相当するかを求める場合に、不具合の生じ得る階調値 $[n]$ が奇数であるか偶数であるかに応じて分ける考える必要がある。すなわち、階調値 $[n]$ が奇数であるとき、偶数である階調値 $[n-1]$ または $[n+1]$ に変換すれば良いし、階調値 $[n]$ が偶数であるとき、奇数である階調値 $[n-1]$ または $[n+1]$ に変換すれば良い。

- 例えば、図 2 2 に示されるように、不具合の生じ得る階調値 $[n]$ が奇数 [5] であるとき、2 5 6 階調における階調値 [8 0] 以上 [9 6] 未満にあるデータに、8 階調に変換するためのディザ値を加算したとき、該加算値は、8 階調における階調値 [2] および [3] に相当する範囲に拡散する。もし、該加算値が階調値 [2] 相当する範囲であれば、該加算値を 1 6 階調の階調値 [4] に変換すれば良いし、該加算値が階調値 [3] 相当する範囲であれば、該加算値を 1 6 階調の階調値 [6] に変換すれば良い。

- 一方、不具合の生じ得る階調値 $[n]$ が偶数、例えば [8] であるとき、2 5 6 階調における階調値 [1 2 8] 以上 [1 4 4] 未満にあるデータに、8 階調に変換するためのディザ値を加算したとき、該加算値は、8 階調における階調値 [3] および [4] に相当する範囲に拡散する（実際には、図 2 0 に示されるディザマトリクスを用いるので、当該範囲に拡散しないが、ステップ S 6 2 8 において加算値から [1 6] だけ減じられるので、見掛け上、当該範囲に拡散すると考えて差し支えない）。もし、該加算値が階調値 [3] に相当する範囲であれば、該加算値を 1 6 階調の階調値 [7] に変換すれば良いし、該加算値が階調値 [4] に相当する範囲であれば、該加算値を 1 6 階調の階調値 [9] に変換すれば良い。

ここで、256階調を単純に8階調に変換するのであれば、ディザマトリクスのディザ値を2倍とすれば良い。ただし、8階調変換と16階調変換とを混在させて考えるとき、8階調の中心と16階調の中心とのズレを考慮しなければならない。

- 5 例えば、図22において、16階調における階調値[8]の中心は、256階調における階調値[136]であるが、8階調における階調値[4]の中心は、256階調における階調値[144]であり、両者は[8]だけ相違する。

- したがって、16階調変換に用いられたディザ値を、8階調変換にも用いる場合には、ディザ値を2倍して[8]だけ加算すれば良い。擬似中間調処理(B)
10 に用いられるディザマトリクスは、図20に示される通りであり、そのディザ値 $Dither2(x, y)$ は、図17に示されるディザマトリクスのディザ値 $Dither(x, y)$ を2倍して[8]だけ加算した値となっている。

- ステップS622は、データ $Din(x, y)$ に対し、256階調を8階調に減色するためのディザ値 $Dither2(x, y)$ を加算して、当該加算値のデータ $D2$
15 (x, y) を求める処理である、ということができる。

- 次に、不具合が生じ得る階調値[n]が奇数である場合、256階調のデータ $D2'(x, y)$ を、16階調において偶数の階調値[n-1]または[n+1]に変換するが、該変換は、データ $D2'(x, y)$ を2進表記して、上位3ビットを抽出するとともに、最下位ビットを強制的に(0)とすれば良い。ステップ
20 S626は、この変換内容を示している。

- 一方、不具合が生じ得る階調値[n]が偶数である場合、256階調のデータ $D2'(x, y)$ を、16階調において奇数の階調値[n-1]または[n+1]に変換するが、該変換は、データ $D2'(x, y)$ を2進表記して、上位3ビットを抽出するとともに、最下位ビットを強制的に(1)とすれば良い。ステップ
25 S628は、この変換内容を示している。

このように、第3実施形態では、着目画素のデータ $Din(x, y)$ の階調値が、擬似中間調処理(A)による実行によって不具合の生じる階調値[n]に変換される可能性がゼロであれば、実際に、擬似中間調処理(A)が実行されて、当該処理結果が出力される一方、着目画素のデータ $Din(x, y)$ の階調値が、擬似

中間調処理（A）による実行によって不具合の生じる階調値 $[n]$ に変換される可能性があれば、代わりに擬似中間調処理（B）が実行されて、階調値 $[n-1]$ または階調値 $[n+1]$ が出力されることになる。

したがって、第3実施形態によれば、第2実施形態と同様に、不具合が生じ得る階調値への変換が回避されるとともに、当該階調値付近の階調については、当該階調値に隣接する階調値を用いて擬似的に表現されるので、中間階調特性の全体的なバランスが崩れることもない。

また、上述した第3実施形態において、ステップS512におけるディザマトリクス（図17参照）とステップS622におけるディザマトリクス（図20参照）とは、一見すると異なるが、上述したように、ディザ値Dither2（ x, y ）は、ディザ値Dither（ x, y ）を2倍して $[8]$ だけ加算した値であるので、一方のディザマトリクスは、他方のディザマトリクスから演算して求めることができる。このため、第3実施形態において実質的に必要なディザマトリクスは、1つで済むので、ディザマトリクスを記憶するための領域が増加したり、擬似中間調処理のための構成が複雑化したりすることが防止される。

なお、ステップS628では、データD2'（ x, y ）から $[16]$ を減算しているが、ステップS622に用いるディザマトリクスのディザ値をそれぞれ $[16]$ だけ減算したディザマトリクスを別途用意しても良い。

20 <第3実施形態の応用>

上述した第3実施形態では、減色処理の際に、不具合の発生し得る階調値 $[n]$ への変換が完全に回避されて、その発生率がゼロとなるが、上述した第2実施形態における応用例のように、当該階調値 $[n]$ の発生頻度を小さく抑えても良い。階調値 $[n]$ への変換が行われても、その確率が小さければ、画質の低下として視認されにくいからである。

第3実施形態において、当該階調値 $[n]$ の発生頻度を減少させるには、ステップS610における判別結果が肯定的になる範囲 J を、第2実施形態と同様に狭めれば良い。具体的には、入力データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が $[16n-7+a]$ 以上 $[16(n+1)+8-a]$ 未満の範囲 J' に含まれるときだけ、擬

似中間調処理 (B) を実行すれば良い。

このようにステップ S 6 1 0 の判別内容を変更すると、データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が $[16n-7]$ 以上 $[16n-7+a]$ 未満の範囲 K 1 にあるとき、ステップ S 5 1 0 の擬似中間調処理 (A) が実行されるので、ステップ S 5 1 2
5 において加算されるディザ値 $Dither(i, j)$ によっては、階調値 $[n]$ が出力される可能性がある (ディザ値 $Dither(i, j)$ によっては、階調値 $[n]$ が出力されない可能性もある)。

同様に、データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が $[16(n+1)+8-a]$ 以上 $[16(n+1)+8]$ 未満の範囲 K 2 にあるとき、ステップ S 5 1 0 の擬似中間調
10 処理 (A) が実行されるので、加算されるディザ値 $Dither(i, j)$ によっては、階調値 $[n]$ が出力される可能性がある。

ただし、階調値 $[n]$ が出力されるのは、データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が範囲 K 1 または K 2 にあって、ディザ値 $Dither(i, j)$ の加算によって、データ $D'(x, y)$ が $[16n]$ 以上 $[16(n+1)]$ 未満となるときだけである
15 から、その発生確率は小さい。また、階調値 $[n]$ の発生確率は、第 2 実施形態の応用例と同様に、余裕度 $[a]$ によって調整可能である。

したがって、第 3 実施形態においても、ステップ S 6 1 0 における判別内容を変更するとともに、余裕度 $[a]$ を適切に設定すると、表示品位を低下させることなく、中間階調特性の全体的なバランスを維持することが可能となる。

20

<第 2 実施形態と第 3 実施形態の関係>

第 2 実施形態では、入力されたデータ $D_{in}(x, y)$ の階調値を判別することなく、1 回目の擬似中間調処理を実行して、その結果が不具合の生じ得る階調値 $[a]$ であるときに限って、2 回目の擬似中間調処理を実行するものであり、2
25 回目の擬似中間調処理に用いるディザ値は、実質的に、1 回目の擬似中間調処理に用いるディザ値をオフセットした関係にある。

ここで、1 回目、2 回目の擬似中間調処理を実行することは、第 2 実施形態の擬似中間処理 (B) を実行すること、すなわち、2 倍のディザ値を加算することと実質的に同等である。

結局、第2実施形態および第3実施形態では、擬似中間処理の手順だけ相違するだけであり、アルゴリズム的には同一であるもの、ということができる。実際、第2実施形態および第3実施形態の結果は、全く同一である。

5 なお、第2実施形態では、ディザ値の加算回数が第3実施形態よりも多くなるが、階調値[n]が奇数であるか偶数であるかの判別は不要となるので、種々の条件を考慮して、いずれかを決定すれば良い。

<第4実施形態>

10 上述した第2および第3実施形態によれば、不具合が生じ得る階調値への変換が回避されるとともに、中間階調特性のバランスが崩れることが防止される。ただし、第2実施形態では、1回目の擬似中間処理の後に、処理後のデータDout(x、y)を判別する必要があるし(ステップS520)、第3実施形態では、擬似中間処理(A)または(B)の前に、入力されたデータDin(x、y)を判別する必要がある(ステップS610)。このため、画像処理に要する時間がそ
15 れだけ長期化することが懸念される。

そこで、表示上の不具合を階調の表示の回避と、中間階調の良好な再現性を確保した上で、高速な処理が期待できる第4の実施形態について説明する。この第4実施形態に係る画像処理は、図2におけるステップS150を除けば同一であるので、その同一部分については説明を省略し、さらに簡略化するために、すべ
20 ての画素について処理を行うための再帰的手順や、必要な値のプリセットやクリアの手順についても説明を省略する。なお、この第4実施形態では、第2および第3実施形態と同様に、256階調を16階調に減色する場合を想定する。

25 第4実施形態に係る画像処理は、概略すると、第1に、入力された画像データの階調値を、例えばルックアップテーブルを用いて一種の前処理を実行し、第2に、当該前処理が施されたデータに擬似中間調処理を実行し、第3に、当該擬似中間調処理が施されたデータの階調値を例えばルックアップテーブルを用いて一種の後処理を実行して、当該後処理が施されたデータを出力する、という内容である。

まず、第4の実施形態に係る画像処理の原理について説明する。図23Aは、

上記前処理における入出力特性を示す図であり、図23Bは、上記前処理、ディザ処理（擬似中間調処理）および後処理の関係を示す図表である。

これらの図において、入力の階調値 $[N]$ とは、16階調において不具合が生じ得る階調値 $[n]$ に相当する範囲にあって、256階調の中心値である。このため、入力の階調値 $[N-16]$ 、 $[N+16]$ の各々は、それぞれ16階調における階調値 $[n-1]$ 、 $[n+1]$ に相当する範囲にあって、256階調の中心値となる。

図23Aに示されるように、前処理では、入力のデータの階調値が $[N-16]$ 未満までの範囲 $S1$ であるとき、当該階調値がそのままスルー変換され、入力のデータの階調値が $[N-16]$ 以上から階調値 $[N+16]$ 未満までの範囲 $T1$ であるとき、階調値 $[N-16]$ 以上から階調値 $[N]$ 未満までの範囲に、傾きを半分として変換され、入力のデータの階調値が $[N+16]$ 以上の範囲 $S2$ であるとき、当該階調値を $[16]$ だけ減算した値に変換される。

したがって、階調値 $[n]$ に相当する範囲の中心値を256階調にて示す階調値 $[N]$ は、図23Aまたは図23Bに示されるように、上記前処理によって階調値 $[\{ (N-16) + N \} / 2]$ に変換される。

次に、前処理によって変換されたデータに、256階調を16階調に減色する擬似中間調処理が施される。この擬似中間調処理は、例えば、第2実施形態における1回目の擬似中間調処理（ステップS510）と同内容であるとする。

図23Bに示されるように、階調値 $[N-16]$ に当該擬似中間調処理を施すと、当該階調値に相当する階調値 $[n-1]$ に変換される。256階調における階調値 $[N-16]$ は、16階調における階調値 $[n-1]$ に相当する範囲の中心値であるので、 $[-8]$ から $[7]$ までのいかなるディザ値 $Dither(i, j)$ が加算されたとしても、変換に影響を与えないからである。同様に、前処理された階調値 $[N]$ に当該擬似中間調処理を施すと、当該階調値に相当する階調値 $[n]$ に暫定的に変換される。

ただし、階調値 $[\{ (N-16) + N \} / 2]$ に当該擬似中間調処理を施すと、階調値 $[n-1]$ または $[n]$ に、それぞれ確率50%の割合にて変換される。階調値 $[\{ (N-16) + N \} / 2]$ は、16階調における階調値 $[n-1]$ に

相当する範囲の中心値と階調値 $[n]$ に相当する範囲の中心値との中間値、すなわち、階調値 $[n]$ に相当する範囲と $[n-1]$ に相当する範囲との境界値であるので、 $[0]$ 未満のディザ値が加算されると階調値 $[n-1]$ に、 $[0]$ 以上のディザ値が加算されると階調値 $[n]$ に、それぞれ変換されるからである。

5 なお、擬似中間調処理直後における階調値 $[n]$ は暫定的である。

ここで、階調値 $[n]$ の出力は回避しなければならないし、また、擬似中間調処理によって階調値 $[n]$ 以上となる値は、もともと 256 階調において $[N+16]$ 以上の範囲における階調値を $[16]$ だけ減算した値に相当しているので、これを本来の値と整合させる必要もある。

10 このため、後処理では、擬似中間調処理によって出力されるデータの階調値 $[n-1]$ 以下であるとき、当該階調値をそのまま出力する一方、擬似中間調処理によって出力されるデータの階調値 $[n]$ 以上であるとき、当該階調値を $[1]$ だけインクリメントする処理が実行される。

すなわち、後処理では、擬似中間調処理後における階調値が $[n-1]$ 以下で
15 あるときは、そのまま出力される一方、擬似中間調処理後における暫定的な階調値が $[n]$ 以上であれば、 $[1]$ だけインクリメントされて、当該インクリメント値が出力されることになる。

このため、不具合の生じ得る階調値 $[n]$ の出力が回避されることになる。

次に、このような原理に基づく画像処理の具体的内容について説明する。図 2
20 4 は、この画像処理の内容を示すフローチャートである。

はじめに、自然画像と判定された画像データのうち、着目画素のデータ $D_{in}(x, y)$ が、上記前処理に係る内容にて変換されて、データ $D_{in}'(x, y)$ として出力される（ステップ S710）。なお、図 24 のステップ S710 では、上述した前処理の変換内容が、データ $D_{in}(x, y)$ を入力とする関数 $F1$ として示
25 されている。

このような変換は、上記前処理の内容に適合するのであれば、手段は問われな
い。例えば、データ $D_{in}(x, y)$ の階調値が図 23A における範囲 S1、T1、S2 のいずれかにあるのかを判別して、その判別結果に応じた演算により求めることによって、上記前処理に係る変換を達成しても良い。また、不具合の生じ得

る階調値 $[n]$ を示すデータを読み込んだ後に、256階調における階調値と当該階調値に対応した変換値との関係を予め規定したルックアップテーブルをRAM34に作成し、入力されたデータ $D_{in}(x, y)$ に対応する値を出力することによって、上記前処理に係る変換を達成しても良い。ルックアップテーブルを用

- 5 いる場合に、例えば不具合の生じ得る階調値が例えば $[5]$ であるとき、当該ルックアップテーブルの入出力特性は、図25に示される通りとなる。

次に、前処理されたデータ $D_{in}'(x, y)$ に、擬似中間調処理が施されて、当該処理データが、データ $D_{out}'(x, y)$ として暫定的に出力される（ステップS510）。なお、この擬似中間調処理は、第2実施形態における1回目の擬

10 似中間調処理と同様である。

そして、擬似中間調処理が施されたデータ $D_{out}'(x, y)$ が、上記後処理に係る内容にて変換されて、データ $D_{out}(x, y)$ として出力される（ステップS720）。なお、図24のステップS720では、上述した後処理の変換内容が、データ $D_{out}'(x, y)$ を入力とする関数 $F2$ として示されている。

- 15 このような変換は、上記後処理の内容に適合するのであれば、手段は問われない。例えば、データ $D_{out}'(x, y)$ が階調値 $[n]$ 以上であるか否かを判別して、その判別結果が否定的であれば、データ $D_{out}'(x, y)$ をそのままデータ $D_{out}(x, y)$ として出力する一方、その判別結果が肯定的であれば、データ $D_{out}'(x, y)$ を $[1]$ だけインクリメントして、当該インクリメント値をデータ $D_{out}(x, y)$ として出力することによって、上記後処理に係る変換を達成しても良い。また、不具合の生じ得る階調値 $[n]$ を示すデータを読み込んだ後に、
- 20 16階調における階調値と当該階調値に対応した変換値との関係を予め規定したルックアップテーブルをRAM34に作成し、入力されたデータ $D_{out}'(x, y)$ に対応する値を出力することによって、上記後変換に係る変換を達成しても良い。
- 25 ルックアップテーブルを用いる場合に、例えば不具合の生じ得る階調値が例えば $[5]$ であるとき、当該ルックアップテーブルの入出力特性は、図26に示される通りとなる。

このような画像処理によれば、256階調を16階調に減色する場合に、例えば階調値 $[5]$ を回避するとき、256階調において当該階調値 $[5]$ の中心に

相当する階調値 [88] (図25参照) は、ステップ S 7 1 0 における前処理によって、階調値 [80] に変換される。

- ステップ S 5 1 0 における擬似中間調処理において、階調値 [80] に対し、
 [-8] から [7] までのディザ値のうち、[0] 未満の値が加算されるとき、
 5 16階調における階調値 [4] に変換される一方、[0] 以上の値が加算されるとき、16階調における階調値 [5] に変換される。このため、256階調における階調値 [88] のデータは、16階調における階調値 [4] または [5] のいずれかに、互いに確率50%の割合にて変換される。

- ただし、このうち、階調値 [5] は、ステップ S 7 2 0 における後処理によって、階調値 [6] にインクリメントされるので、結局、256階調における階調値 [88] は、第2実施形態と同様に、16階調における階調値 [4] または [6] のいずれかに、互いに確率50%の割合にて変換されることになる。

- 256階調において階調値 [88] に近接するデータについても、同様にして考えると、16階調において階調値 [4] または [6] に、当該データの階調値
 15 に応じて確率にて変換される。

したがって、第4実施形態によれば、不具合が生じ得る階調値への変換が回避されるとともに、当該階調値付近の階調については、当該階調値に隣接する階調値を用いて擬似的に表現されるので、中間階調特性のバランスが崩れることが防止される。

- 20 さらに、第4実施形態によれば、擬似中間調処理以外の処理は、前処理および後処理だけであり、いずれも上述したようにルックアップテーブルを用いること(または、簡易な演算)だけによって達成されるので、第2実施形態や第3実施形態と比較すると、高速処理が可能となる。

25 <第4実施形態の応用例>

上述した第3実施形態では、減色処理の際に、不具合の発生し得る階調値 [n] への変換が完全に回避されるが、上述した第2、第3実施形態における応用例のように、当該階調値 [n] の発生頻度を小さく抑えても、画質の低下として視認されにくい。

第4実施形態において、当該階調値 $[n]$ の発生頻度を減少させるには、後処理に係る変換内容を3つ用意しておくとともに、入力されるデータ $D_{in}(x, y)$ の値に応じて、いずれかを適用すれば良い。

詳細には、図27に示されるように、入力されたデータ $D_{in}(x, y)$ が、階調値 $[N-16+a]$ 未満までの範囲 $S3$ であるか、階調値 $[N-16+a]$ 以上から階調値 $[N+16-a]$ 未満までの範囲 $T2$ であるか、または、階調値 $[N+16-a]$ 以上の範囲 $T4$ であるか、を判別する。

そして、入力されたデータ $D_{in}(x, y)$ が範囲 $S3$ 、 $T2$ 、 $S4$ であるとき、擬似中間調処理後のデータに対する後処理として、それぞれ図29に示される変換内容を適用する。この変換内容は、後処理の入力値（すなわち、擬似中間調処理直後の階調値）が、階調値 $[n-1]$ および $[n]$ だけ互いに相違し、それ以外は、共通である。

この例でいえば、入力されたデータ $D_{in}(x, y)$ で示される階調値が $[N-16]$ 以上 $[N-16+a]$ 未満であって、ディザ値との加算値が $[16n]$ 以上となった場合と、データ $D_{in}(x, y)$ で示される階調値が $[N+16-a]$ 以上 $[N+16]$ 未満であって、ディザ値との加算値が $[16(n+1)]$ 未満となった場合との2つの場合だけ、階調値 $[n]$ に変換されるので、その発生確率は小さい。また、階調値 $[n]$ の発生確率は、第2、第3実施形態の応用例と同様に、余裕度 $[a]$ によって調整可能である。

したがって、この例において、余裕度 $[a]$ を適切に設定すると、表示品位を低下させることなく、中間階調特性の全体的なバランスを維持することが可能となる。

なお、入力されたデータ $D_{in}(x, y)$ で示される階調値が $[N-16]$ 以上 $[N-16+a]$ 未満である場合と、 $[N+16-a]$ 以上 $[N+16]$ 未満である場合とについては、前処理によって、傾きを半分とした特性にしたがって変換した後に擬似中間調処理を施すことになるので、傾きが $[1]$ である特性にしたがって変換した後に擬似中間調処理を施したデータとに差が生じることになる。そこで、図28に示されるように、上記2つの場合に相当する範囲について、傾き $[1]$ として、差が生じないようにすることが好ましい。

また、上述した第4実施形態では、表示上の不具合の生じ得る階調値が1つである場合を例にとって説明したが、2つ以上である場合にも適用可能である。

例えば、階調値[5]および[11]において不具合が生じ得るとき、前処理に係る変換内容は、図30に示される通りとなり、また、後処理に係る変換内容は、図31に示される通りとなる。

詳細には、図30に示される前処理に係る変換特性では、原則として傾きが[1]であるが、例外として、入力されたデータDin(x、y)が階調値[5]に隣接する一方の階調値[4]に相当する範囲の中心値から他方の階調値[6]に相当する範囲の中心値までの範囲と、階調値[11]に隣接する一方の階調値[10]に相当する範囲の中心値から他方の階調値[12]に相当する範囲の中心値までの範囲とにおいて、傾きが半分となっている。

また、図31に示される後処理は、入力されるデータDout'(x、y)の階調値が[0]から[4]までのとき、当該データDout'(x、y)をデータDout(x、y)としてそのまま出力し、データDout'(x、y)の階調値が[5]から[9]までのとき、当該データDout'(x、y)を[1]だけインクリメントして、当該インクリメント値をデータDout(x、y)として出力し、データDout'(x、y)の階調値が[10]から[15]までのとき、当該データDout'(x、y)を[1]だけインクリメントした後、さらに[1]だけインクリメントして、当該インクリメント値をデータDout(x、y)として出力する、という変換内容になっている。

また、第4実施形態では、前処理の変換特性における傾きを原則[1]の直線としたが、ガンマ特性等を考慮した曲線としても良い。変換特性を曲線とする場合には、例外部分の傾きを半分とするとともに、変換特性の連続性を保つようにすればよい。

なお、第1、第2および第3実施形態における変換特性(割り振り)についても同様な観点から、原則として、原点を通過する傾き[1]の直線として説明した。不具合の生じ得る階調値が2レベル以上であっても良い点は、上述した第1、第2および第3実施形態でも同様である。

<実施形態のまとめ>

ここまで、本発明に係る第1、第2、第3および第4実施形態について説明したが、本発明は、このような実施形態になんら限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲内において次のような種々の応用・変形が可能である。

- 5 上述した各実施形態では、本発明の画像処理を携帯電話機に適用したが、これに限定されるものではない。例えば、携帯情報端末やカーナビゲーションシステムなど、画像を階調表示するカラーまたは白黒LCDパネルを備える電子機器に広く適用可能である。

- 10 また、画像出力装置は、LCDパネルに限定されない。例えば、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y（イエロー）、Bk（黒）等のインクを噴射して階調画像を形成するインクジェットプリンタにおいても、ある特定の階調値において不具合が生じ得る。例えば、インクジェットプリンタでは、インクの粒径と噴射回数とを組み合わせ、噴射するインク量の制御が行われるが、ある特定の階調を表現するとき、上記組み合わせが適当でない等の理由によってインク玉が異常な形状
- 15 となって、表示上の不具合が生じ得る。

このインクジェットプリンタに対し、本発明に係る画像処理を適用すると、不具合の生じ得る階調値を表現しないで済むので、または、当該階調値の発生確率が低下するので、当該インクジェットプリンタによって出力される画質の低下を防止することが可能となる。

- 20 したがって、本発明における画像出力装置としては、画素の階調を指示する階調データにしたがって画像を表示や形成などを行う装置のすべてに適用可能である。このため、画像処理を実行する装置と、画像の表示や形成などを行う装置は、同体である必要なく、独立したものでも良い。

- 25 また、サーバSVからダウンロードした画像データには、LCDパネルなどの画像出力装置に適合して、すでに減色処理されている場合がある。この場合には、不具合の発生し得る階調値[n]を、確率略50%にて階調値[n-1]、[n+1]とすれば良い。

なお、不具合の発生し得る階調値が、例えば[n]、[n+1]と連続するときには、これに隣接する階調値[n-1]、[n+2]の発生確率を、オリジナ

さらに、画像処理の主体は、本発明では問われない。例えば、サーバＳＶであっても良い。具体的には、実施形態における携帯電話機１０がサーバＳＶから画

ータをサーバSVに予め送信しておいて、サーバSVが、携帯電話機10に配信すべき画像データに対し本件の画像処理を実行し、処理後の画像データを当該携帯電話機10がダウンロードするとしても良い。なお、不具合の生じ得る階調値を特定するためのデータとしては、当該階調値を直接示すデータを用いることも

関係を予め記憶しておくのであれば、当該機種を示すデータを用いることもできる。

ユータであっても良いし、サーバSVであっても良いことになる。

当該入力データを、画像出力装置の階調を規定する階調データに、予め定められた特性にしたがって変換するが、

当該入力データが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に対応するとき、その全部または少なくともその一部を、当該特定階調値以外の階調値を規定する階調データに変換して、変換した階調データを当該画像出力装置に供給する

ことを特徴とする画像処理方法。

前記入力されたデータにより指示可能な階調数を、前記階調データにより規定可能な階調数に減少させる減色処理を伴う

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理方法。

前記階調データが、同一値に集中しないように分散させる擬似中間調処理である

ことを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理方法。

前記特定階調値に対応する入力データのすべてを、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理方法。

当該入力データを、画像出力装置の階調を規定する階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数を減少させるとともに、中間調表現のための擬

似中間調処理を施して変換するが、

当該入力データが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に対応するとき、その全部または少なくともその一部を、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換して、変換した階調データを当該画像出力装置に供給する手順と

を有することを特徴とする画像処理方法。

6. 前記階調データに変換する手順は、

当該入力データに第1の擬似中間調処理を施す手順と、

当該第1の擬似中間調処理が施されたデータが、前記特定階調値であるか否かを判別する手順と、

前記判別の結果が否定的であれば、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータをそのまま階調データとする一方、

前記判別の結果が肯定的であれば、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータに第2の擬似中間調処理をさらに施して、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する手順と

を含む

ことを特徴とする請求項5に記載の画像処理方法。

7. 前記階調データに変換する手順は、

当該入力データに第1の擬似中間調処理を施す手順と、

当該第1の擬似中間調処理が施されたデータが前記特定階調値であって、かつ、当該入力データが、前記特性において前記特定階調値に対応する範囲の一部に含まれるか否かを判別する手順と、

前記判別の結果が否定的であれば、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータを、当該特定階調値の出力を許容しつつ、そのまま階調データとする一方、

前記判別の結果が肯定的であれば、当該第1の擬似中間調処理が施されたデータに第2の擬似中間調処理をさらに施して、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する手順と

を含む

ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理方法。

8. 前記階調データに変換する手順は、

- 5 当該入力データに第 1 の擬似中間調処理を施すと、当該特定階調値に変換され得る範囲に当該入力データが含まれるか否かを判別する手順と、

前記判別の結果が否定的であれば、当該入力データに第 1 の擬似中間調処理を施して階調データとする一方、

- 10 前記判別の結果が肯定的であれば、当該入力データに第 2 の擬似中間調処理を施して、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する手順と

を含む

ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理方法。

15 9. 前記階調データに変換する手順は、

当該入力データに第 1 の擬似中間調処理を施すと、当該特定階調値に変換され得る範囲の一部に、当該入力データが含まれるか否かを判別する手順と、

前記判別の結果が否定的であれば、当該入力データに第 1 の擬似中間調処理を施して、当該特定階調値の出力を許容しつつ、階調データとして出力する一方、

20 前記判別の結果が肯定的であれば、当該入力データに第 2 の擬似中間調処理を施して、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定する階調データに変換する手順と

を含む

- 25 ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理方法。

10. 前記階調データに変換する手順は、

前記特性のうち、前記特定階調値に対応する範囲外的一方をそのままとし、当該範囲の傾きを略半分とするとともに、前記範囲外の方の特性については

連続性を維持するように修正された特性にしたがって、当該入力データを変換する手順と、

修正された特性にしたがって変換されたデータに疑似階調処理を施す手順と、

疑似階調処理が施されたデータのうち、当該特定階調値未満に相当するデー

- 5 タについては、そのまま階調データとする一方、当該特定階調値以上の階調値に相当するデータについては、階調値をそれぞれシフトして階調データとする手順と

を含む

ことを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理方法。

10

- 1 1. 画素の階調を指示するデータを入力し、

疑似中間調処理のために予め定められたディザマトリクスのうち、前記画素の座標に応じたディザ値を、当該入力データに加算し、

- 15 ディザ値が加算されたデータを、画像出力装置によって表現可能な階調数に減色し、

減色したデータが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値であるか否かを判別し、

前記判別の結果が否定的であれば、減色したデータを、そのまま当該画像出力装置に出力する一方、

- 20 前記判別の結果が肯定的であれば、減色したデータに前記ディザ値と前記減色に応じた値とを加算し、当該加算結果に応じて当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定するデータに変換して、当該画像出力装置に出力することを特徴とする画像処理方法。

- 25 1 2. 減色したデータが前記特定階調値であり、かつ、当該入力データの階調が前記特定階調値に相当する範囲にあって、当該範囲よりも狭い範囲にあるときに限り、前記判別の結果を肯定的とする

ことを特徴とする請求項 1 1. に記載の画像処理方法。

13. 画素の階調を指示するデータを入力し、

当該入力データにディザ値を加算して、画像出力装置の表現可能な階調数に減色したときに、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に変換され得る範囲に当該入力データが含まれるか否かを判別し、

5 前記判別の結果が否定的であれば、当該入力データにディザ値を加算して、当該画像出力装置の表現可能な階調数に減色して、当該画像出力装置に出力する一方、

前記判別の結果が肯定的であれば、当該入力データに、前記ディザ値の2倍の値と前記減色に応じた値とを加算し、当該加算結果に応じて当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値を規定するデータに変換して、当該画像出力装置に出力する

ことを特徴とする画像処理方法。

14. 当該入力データが、当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特
定階調値に変換され得る範囲よりもさらに狭い範囲にあるときに限り、前記判
別の結果を肯定的とする

ことを特徴とする請求項 13 に記載の画像処理方法。

1.5. 画素の階調を指示する入力データに前処理を施し、

20 前記前処理されたデータに擬似中間調処理を施し、

前記疑似中間調処理が施されたデータに後処理を施して、画像出力装置の表現可能な階調数に減色する画像処理方法であって、

前記前処理は、

25 当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値から他方に相当する中心値までの範囲を、当該特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値から当該特定階調値に相当する中心値までの範囲に圧縮し、

前記後処理は、

前記擬似中間調処理が施されたデータが当該特定階調値であるとき、その階

調値をシフトして出力する
ことを特徴とする画像処理方法。

16. 画素の階調を指示する入力データに前処理を施し、

5 前記前処理されたデータに擬似中間調処理を施し、

前記擬似中間調処理が施されたデータに後処理を施して、画像出力装置の表現可能な階調数に減色する画像処理方法であって、

前記前処理は、

10 当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値から他方に相当する中心値までの範囲を、当該特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値から当該特定階調値に相当する中心値までの範囲に圧縮し、

前記後処理は、

15 前記入力データの階調値が前記特定階調値に相当する中心値を含む範囲にあって、前記擬似中間調処理が施されたデータが当該特定階調値であるとき、その階調値をシフトして出力する

ことを特徴とする画像処理方法。

17. 画素の階調を指示する入力データに前処理を施し、

20 前記前処理されたデータに擬似中間調処理を施し、

前記擬似中間調処理が施されたデータに後処理を施して、画像出力装置の表現可能な階調数に減色する画像処理方法であって、

前記前処理は、

25 当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る特定階調値に相当する中心値を含む範囲を、当該特定階調値に隣接する階調値の一方に相当する中心値と当該特定階調値に相当する中心値との中間値を含む範囲に圧縮し、

前記後処理は、

前記入力データの階調が前記特定階調値に相当する中心値を含む範囲にあって、前記擬似中間調処理が施されたデータが当該特定階調値であるとき、その

ことを特徴とする画像処理方法。

10 具備することを特徴とする画像処理装置。

具備することを特徴とする画像処理装置。

前記画像処理装置は、画素の階調を指示するデータを、当該画像出力装置の階調を規定する階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数を減少させるとともに、中間調表現のための擬似中間調処理を施して変換するが、

ことを特徴とする電子機器。

21. 画像出力装置に、当該画像出力装置の階調を規定する階調データを供給するためのコンピュータに対し、

画素の階調を指示するデータを、前記階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数を減少させるとともに、中間調表現のための擬似中間調処理を施して変換するが、

当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る階調の特定階調値となるデータの全部または少なくとも一部については、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値の階調データに変換して、変換した階調データを当該画像出力装置に供給する手段

として機能させるための画像処理プログラム。

22. 画像出力装置に、当該画像出力装置の階調を規定する階調データを供給するためのコンピュータに対し、

画素の階調を指示するデータを、前記階調データに、予め定められた特性にしたがって階調数を減少させるとともに、中間調表現のための擬似中間調処理を施して変換するが、

当該画像出力装置による出力に不具合の発生し得る階調の特定階調値となるデータの全部または少なくとも一部については、当該特定階調値に隣接するいずれかの階調値の階調データに変換して、変換した階調データを当該画像出力装置に供給する手段

として機能させるための画像処理プログラムを記録したコンピュータ読取可能な記録媒体。

要約書

カラーLCDパネル（20）などのような画像出力装置に供給するデータを処理することによって、当該画像出力装置の表示品位の低下を未然に防止するため、

- 5 画像データを、カラーLCDパネル（20）において表現可能なデータに、減色・擬似中間調処理を施す際に、フリッカや揺れなどの表示上の不具合が発生し得る階調値には変換しない、または、発生頻度を低下させる。

（選択図：図1）